



UTILIZAÇÃO DE β -CICLODEXTRINA NO TINGIMENTO DE LÃ COM EXTRATO DE URUCUM (*BIXA ORELLANA*)

FELIPE VIDOTO DUTRA, BIANCA BASTOS CARUZI, IUKI KAWASAKI,
TAÍS LARISSA SILVA, FABRÍCIO MAESTÁ BEZERRA

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Trabalho vencedor II Simpósio Paranaense de Engenharia Têxtil da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Revisão: Fernando Oliveira (UFRN), Andréia Bortoluzzi da Silva (UEM)

RESUMO

O tingimento utilizando extrato de corante natural deve ser visto como uma alternativa aos corantes sintéticos, devido a possibilidade em diminuir os danos ao ambiente e aos seres humanos. Todavia, os corantes naturais apresentam alguns problemas que os tornam de difícil comercialização, como a baixa solidez à luz e igualização. Neste trabalho, realizou-se a extração do corante da semente do urucum (*Bixa orellana*) em solução água/etanol. Após, fez-se o tingimento de tecidos

de lã, aplicando β -Ciclodextrina (β -CD) com o intuito de verificar sua eficiência na proteção contra a fotodegradação da molécula do corante, comparando a força do corante e sua intensidade colorística com amostras sem a utilização deste produto. A β -CD mostrou ser eficiente na melhora da solidez à luz e no aumento da igualização/uniformidade da amostra.

Palavras-chave: Corante natural; fotodegradação; β -Ciclodextrina.



1. INTRODUÇÃO

O processo de tingimento é considerado um dos mais importantes no setor industrial têxtil, fazendo com que o artigo tenha maior valor comercial devido o ganho de cor. De acordo com Twardokus (2004), o tingimento pode ser definido como um processo que permite variações físico-químicas no substrato, provocando mudança na percepção da luz com a utilização de corantes ou pigmentos.

No entanto, a inserção de corantes neste processo está sujeita ao auxílio de produtos químicos, denominados auxiliares de tingimento. Estes apresentam alta carga de produtos poluidores, tornando a indústria têxtil uma das que mais provocam danos ao ambiente (RODRIGUES & ARAÚJO, 2013). Dessa forma, uma das alternativas para amenizar o impacto ambiental é a substituição dos corantes sintéticos e auxiliares por compostos naturais, apresentando uma menor toxicidade (VERISSIMO, 2003).

Os corantes naturais devem ser vistos como uma alternativa interessante para o tingimento, mas deve-se levar em conta suas limitações para que o processo possa ser realizado de forma adequada. Segundo Kumbasar (2011), uma das maiores dificuldades de sua utilização é a reprodutibilidade da cor, além da baixa solidez a luz. Encontrar soluções para estes dois pontos tornam-se fundamentais para desenvolvimento destes produtos.

Uma alternativa sustentável e promissora é o uso de ciclodextrinas (CD's). Ao longo dos anos, elas foram empregadas nas mais diversas áreas, sendo consideradas como as mais importantes moléculas hospedeiras/receptoras (BHASKARA *et al.*, 2011). Para Venturini (2008), este fato se deve principalmente pela grande capacidade de formação de complexos de inclusão com uma grande variedade de substâncias, provocando alterações nas propriedades dos compostos complexados.

Devido essa característica de possibilitar mudanças das propriedades complexadas, há um grande potencial de empregabilidade das CD's no tingimento (BUSCHMANN *et al.*, 1998; SAVARINO *et al.*, 1992; VONČINA *et al.*, 2007; CARPIGNANO *et al.*, 2010; KURKOV & LOFTSON, 2013) e acabamento (SZEJTLI, 2003; LO NOSTRO *et al.*, 2003; BHASKARA-AMRIT *et al.*, 2011; BENDAK *et al.*, 2010; MEDRONHO *et al.*, 2014).

Dessa forma, o objetivo deste artigo é determinar a influência da β -Ciclodextrina na intensidade colorística como agente complexante e constatar sua

influência na fotodegradação de artigos de lã tintos com extrato de urucum, assim como a possibilidade de melhoria na igualização

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tingimento Têxtil

Segundo Zollinger (1991), o tingimento de artigos têxteis consiste em vários processos que devem ser escolhidos de acordo com a natureza da fibra, características estruturais, classificação e disponibilidade do corante a ser utilizado, afinidade tintorial e considerações econômicas.

O processo de tingimento pode ser dividido em três etapas: a montagem, a fixação e o tratamento final (GUARATINI & ZANONI, 2000). A montagem do corante na fibra consiste na fase de adsorção do corante, etapa cinética que ocorre devido a afinidade do corante para com a fibra. Já a fixação do corante à fibra é feita através de reações químicas ou da simples insolubilização do corante, ocorrendo usualmente durante a fase de "montagem" e fixação. Finalmente, se tem a operação final de lavagem, que visa retirar o excesso de corante original ou o corante hidrolisado não fixado (CEGARRA & VALLDEPERAS, 1981).

Para que tal processo ocorra, a indústria têxtil utiliza de grandes quantidades de água, além de gerar uma grande carga de efluentes. Segundo Khouni *et al.* (2011), esse efluente gerado é um problema ambiental significativo, uma vez que a maioria dos corantes sintéticos tem complexas estruturas moleculares aromáticas, que os tornam inertes ou de difícil biodegradação quando lançados no ambiente.

Com a crescente demanda de melhorias ambientais, a redução de efluentes tóxicos se tornou uma das principais preocupações da indústria de corantes. Uma das alternativas é a substituição dos corantes sintéticos por corantes naturais. Oda (2011), destaca que a utilização de corantes naturais vem aumentando a cada ano, fato este justificado pela crescente demanda de produtos *eco-friendly*, o que valoriza produtos oriundos de matérias-primas naturais, diminuindo os danos à saúde humana e ao ambiente (SELVI *et al.*, 2013).

2.2 Corantes naturais

Desde tempos pré-históricos, os corantes naturais vêm sendo utilizados para tingir artigos têxteis de algodão, linho e lã (CRISTEA, 2006). Porém, segundo

Schwepe (1992), sua utilização praticamente desapareceu com o surgimento dos corantes sintéticos, principalmente pela grande reprodutibilidade de sua cor, alta solidez e baixo custo quando comparados aos componentes naturais.

Mesmo com as vantagens da utilização dos corantes sintéticos, há um crescente interesse na revitalização dos corantes naturais no tingimento têxtil, pois o uso deste tem como base argumentos em torno de sustentabilidade, química verde e baixa toxicidade.

De acordo com Bechtold *et al.* (2006), a introdução dos corantes naturais em processos industriais deve seguir alguns parâmetros:

- adaptação do processo tradicional a novos equipamentos e tecnologias;
- capacidade de abastecimento do processo com material necessário;
- seleção dos materiais que possuam características aceitáveis de solidez.

Tal introdução também deve ser feita através da determinação das condições ótimas de aplicação dos corantes, pela verificação dos resultados da relação fibra/corante, de modo a se obter o melhor rendimento e qualidade dos tingimentos, bem como a determinação da solidez dos substratos à lavagem e à luz e produção de uma cartela de cores variadas (RODRIGUES & ARAÚJO, 2013).

Um dos principais problemas dos corantes naturais é a solidez à luz. Segundo Cristea (2006), tal solidez é influenciada por fatores internos como o estado físico e químico do corante, concentração do corante, natureza da fibra e o tipo de mordente utilizado. A radiação é o principal fator na degradação do corante, e essa pode alterar a intensidade colorística de artigos que utilizam corantes naturais, principalmente nas cores laranja e amarelo (GANTZ & SUMNER, 1957). A proteção da estrutura química do corante, principalmente com relação ao grupo fotossensível, se faz necessário para que se tenha sucesso comercial com este tipo de produto.

2.3 Ciclodextrina

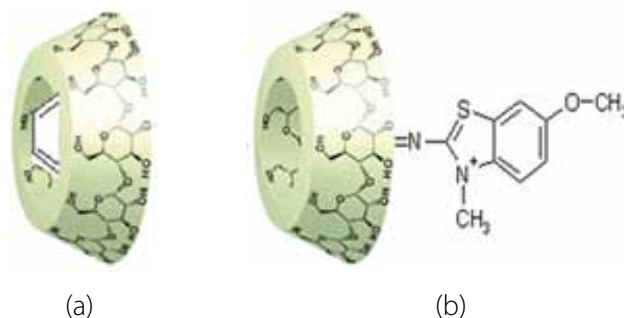
As ciclodextrinas (CD's) são produtos cíclicos da hidrólise enzimática de um material renovável, amido, por alguns microorganismos (LOFTSSON, 2002). As três ciclodextrinas naturais mais conhecidas são a alfa CD

(α -CD), beta CD (β -CD) e gama CD (γ -CD), compostas de seis, sete e oito unidades de D-(+)-glicopiranoose, respectivamente.

Segundo Matioli *et al.* (2000), as CD's são produzidas por meio do amido pela reação de ciclização das cadeias lineares de glucopiranoose pela enzima ciclo-maltodextrina-glucanotransferase (CGTase), apresentando parte externa hidrofílica e uma cavidade interna hidrofóbica. As ciclodextrinas complexam parcialmente ou integralmente as moléculas, como pode ser observado na Figura 1. A complexação depende das dimensões, que devem ser compatíveis com sua cavidade e dessa forma alterarão ou alteram as propriedades físico-químicas, solubilidade em água, estabilidade e biodisponibilidade da molécula hóspede (McCORMACK & GREGORIADIS, 1998). Outra característica importante é que as ciclodextrinas são capazes de formar complexos de inclusão tanto no estado líquido quando no estado sólido (SÁ BARRETO & CUNHA-FILHO, 2008), o que as tornam de grande interesse por parte da indústria.

Na indústria têxtil as ciclodextrinas podem ser consideradas como uma nova classe de substâncias auxiliares, formando complexos que auxiliam nos processos de adsorção de corantes, melhorando a uniformidade no tingimento (CARPIGNANO *et al.*, 2010; PARLATI *et al.*, 2007) e auxiliando nas lavagens posteriores (VONCINA, 2010; CIRELI & YURDAKUL, 2006). Estes complexos têm mostrado que podem modificar a reatividade química, aumentar a estabilidade, afetando sua volatilidade e estabilização de substâncias sensíveis à luz, provocando alterações significativas nas propriedades fotofísicas, assim como no calor e oxidação (SHAIKH *et*

Figura 1. Exemplo de complexação integral (a) e parcial (b) de um substrato pela ciclodextrina, (VONCINA, 2010).





al., 2012; ANDERSEN & BUNDGAARD, 1984). Tais características podem solucionar os problemas citados com a utilização de corantes naturais em artigos têxteis.

2.4 Colorimetria

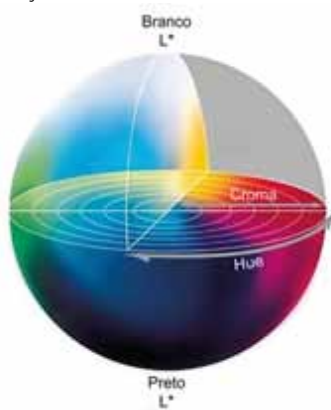
A colorimetria instrumental, quantificação da cor em coordenadas, oferece a indústria têxtil a possibilidade de incremento da reprodutibilidade da cor, assim como um apoio ao controle de qualidade de artigos tintos. A cor não é uma propriedade intrínseca apenas do objeto, mas uma percepção visual, que depende do observador e da fonte (SALEM, 2010).

A cor, no tingimento, pode ser definida mediante a relação entre a concentração de corante no substrato têxtil e sua curva de refletância. Dessa forma, é possível, por cálculos, estabelecer a intensidade dessa cor, denominada por K/S (VALLDEPERAS, 1994). O K/S é uma relação entre o coeficiente de absorção e o coeficiente de dispersão apontado por Kubelka-Munk, quanto maior o K/S, menor a refletância do substrato, ou seja, maior a quantidade de corante foi absorvida por ele (KUBELKA, 1948).

Além da determinação da intensidade colorística (K/S), é importante para a colorimetria a forma que as cores possam ser representados nos espaços topográficos, agrupamentos das cores de forma sistemática, tornando-as coordenadas numéricas. Um exemplo de espaço é o CIE LCH, criado pela *Commission Internationale de l'Éclairage* (CIE), representado na Figura 2.

A distribuição das cores no espaço CIE LCH de acordo com Nassau (1998), é feita em três eixos, LCH, o eixo L representa a luminosidade, valor mínimo de 0 (sem claridade), preto absoluto, e 100 valor máximo, branco absoluto, o eixo C a saturação ou croma,

Figura 2. Espaço de cor CIE LCH (MINOLTA, 2007).



variando de 0 cor acinzentada (insaturada), até a extremidade do círculo considerada cor pura, e o eixo H é a matiz ou Hue, com unidade na forma de graus que varia de 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde), 270° (azul). O espaço de cor na área têxtil se faz necessário para que se possa avaliar de forma coerente e certa a qualidade do tingimento e sua reprodutibilidade, assim como a avaliação da intensidade colorística (K/S)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Extração do corante

A preparação do extrato do corante ocorreu com a imersão da semente de urucum em uma solução 6:4 (água:etanol), por 1 hora a 60 °C em banho-maria. Em seguida foi realizado o processo de filtração da solução, obtendo o extrato final de corante.

3.2 Tingimento

O tingimento foi realizado em substrato 100% Lã, relação de banho 1:20 e pH 4 – 5. O processo foi realizado a uma temperatura de 98 °C com uma concentração de eletrólitos de 10 g L-1 e 200 mL L-1 de extrato de corante. Para efeito comparativo o tingimento foi realizado sem e com a inserção de β -CD diretamente no banho, com uma relação molar 1:1.

3.3 Fotodegradação

Após o tingimento, as amostras foram expostas a uma temperatura de 60 °C durante 30 horas na máquina SunTest utilizando lâmpada de Xenon, potência de 1.700 W, irradiação 45 Wm⁻², a fim de simular a fotodegradação do substrato.

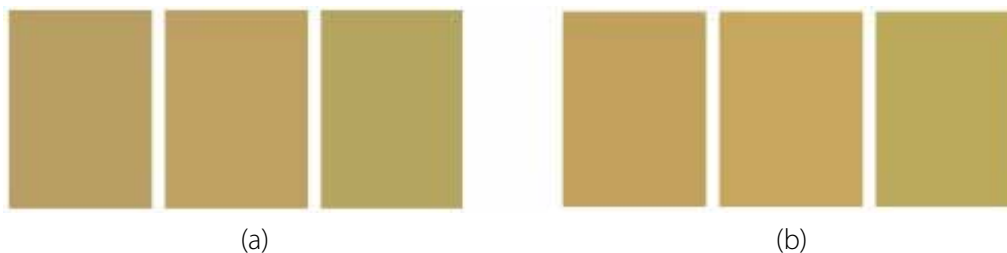
3.2 Espectrofotometria

As amostras foram analisadas no espectrofotômetro de remissão Spectrum 550 Datacolor. Foram realizadas três tomadas de cor nos substratos antes da exposição a luz e depois, gerando como documento de saída, gráficos de intensidade colorísticas (K/S), coordenadas tricromáticas e espaço CIE LCH.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação de cor das amostras tintas com o extrato do urucum podem ser vistos na Figura 3.

Figura 3. Tingimento da lã com extrato do urucum (a) sem a inserção, e (b) com a inserção de β -CD sob iluminante D_{65} , A e F02, respectivamente.



As Tabelas 1 e 2 representam as coordenadas no sistema CIE LCH das amostras citadas sob iluminante D_{65} .

Tabela 1. Coordenadas CIE $L^*C^*H^*$ do artigo tinto com o extrato de urucum sem β -CD

Leitura	Luminosidade (L)	Saturação (C)	Matiz (H)
1	69,87	32,75	81,02
2	67,32	33,78	81,94
3	68,50	33,95	80,63
Média	68,563	33,493	81,197
Desvio Padrão	1,276	0,649	0,673

Tabela 2. Coordenadas CIE $L^*C^*H^*$ do artigo tinto com extrato de Urucum com inserção de β -Ciclodextrina

Leitura	Luminosidade (L)	Saturação (C)	Matiz (H)
1	70,94	38,85	79,91
2	71,09	39,02	79,49
3	70,14	38,15	79,67
Média	70,724	38,675	79,692
Desvio Padrão	0,417	0,376	0,170

Comparando as Tabelas 1 e 2 é possível inferir que os artigos se diferem em todas as coordenadas CIE LCH. O substrato de lã tinto com o extrato de urucum juntamente com a inserção de β -ciclodextrina apresenta maior luminosidade, maior saturação e é mais vermelho, evidenciando a influência da β -CD na mudança das propriedades da cor. Com a utilização do espectrofotômetro, se pode apontar que este processo apresenta força do corante, intensidade de 112,43%, maior concentração de corante na amostra com a inserção de β -CD, fato este, que também é observado na Figura 4 (a).

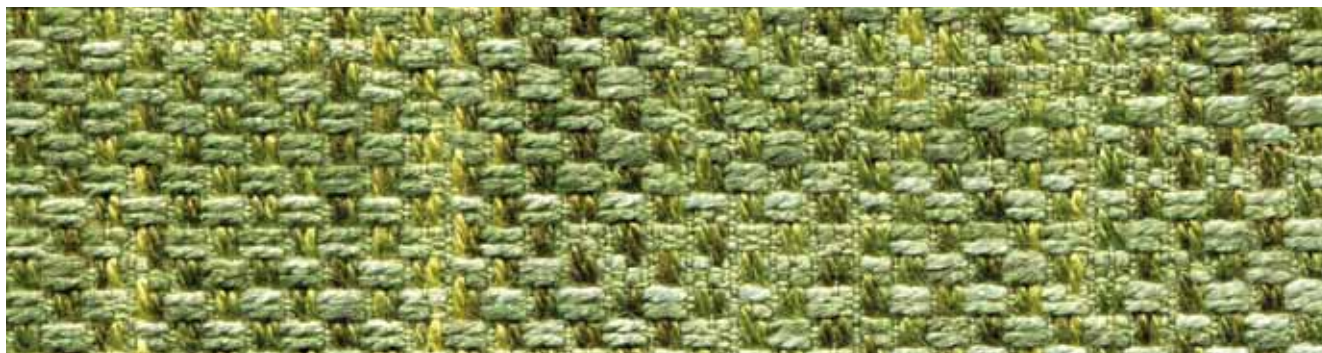
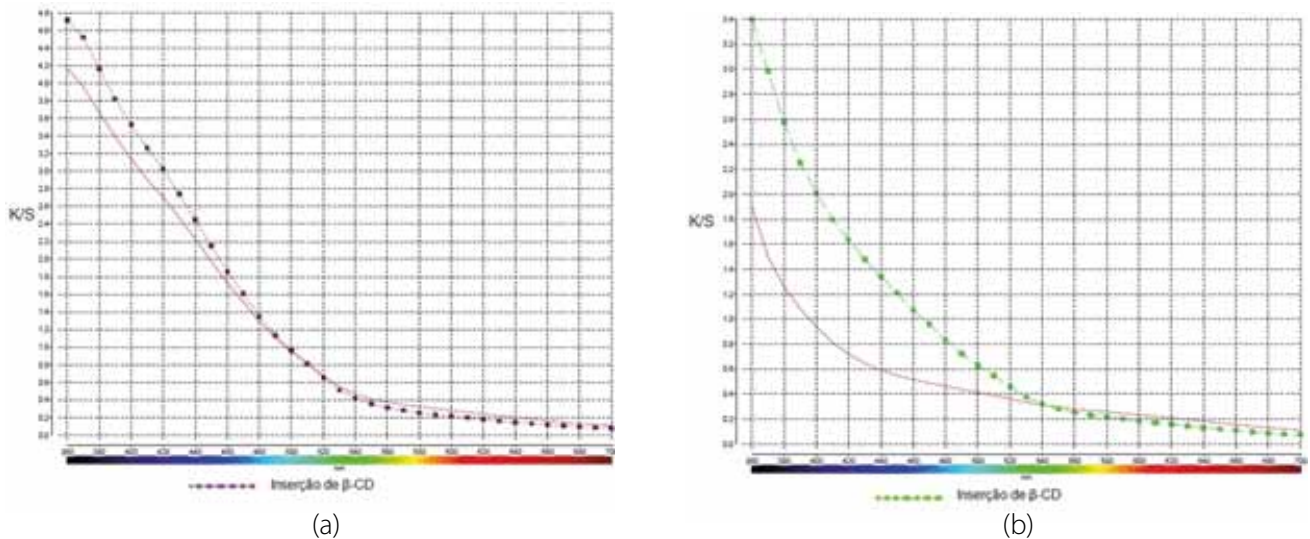




Figura 4. Gráfico de K/S em função do comprimento de onda, (a) antes da exposição a luz, (b) depois da exposição a luz



A maior intensidade colorística (K/S) e as mudanças nas coordenadas CIE também foram observadas no trabalho de Vončina *et al.* (2007), os quais constataram, como neste trabalho, que a inserção de ciclodextrinas no tingimento provocou aumento no K/S , pois a ciclodextrina agiu como agente retardante de tingimento, ou seja, provocou melhor igualização. O tingimento com β -CD também apresentou menor desvio padrão das coordenadas LCH quando se utilizou β -CD no tingimento. O menor desvio das leituras mostram um material mais homogêneo e com o corante melhor distribuído em na superfície do tecido de lã. A inserção da ciclodextrina faz com que mude a difusidade do corante, pois este está inserido dentro de sua cavidade. Dessa forma, há a alteração na taxa de tingimento que, assim como no trabalho de Parlati *et al.* (2007), resulta em um tingimento mais uniforme e um aumento na intensidade da cor. Os resultados da avaliação de cor após as amostras serem submetidas ao teste de fotodegradação estão dispostos na Figura 5.

Figura 5. Fotodegradação do tingimento da lã com extrato do urucum (a) sem a inserção de β -Ciclodextrina (b) com β -Ciclodextrina, sob iluminante D_{65} , A e F02, respectivamente.



As Tabelas 3 e 4 apresentam as coordenadas no sistema CIE LCH das amostras expostas a fotodegradação.

Tabela 3. Coordenadas CIE L*C*H*, iluminante D₆₅, do artigo tinto com o extrato de urucum sem β-CD após a fotodegradação

Leitura	Luminosidade (L)	Saturação (C)	Matiz (H)
1	72,86	12,90	77,40
2	69,67	12,81	75,27
3	71,80	12,65	76,73
Média	71,442	12,787	76,466
Desvio Padrão	1,328	0,103	0,883

Tabela 4. Coordenadas CIE L*C*H*, iluminante D₆₅, do artigo tinto com extrato de urucum com β-CD após a fotodegradação.

Leitura	Luminosidade (L)	Saturação (C)	Matiz (H)
1	78,01	15,62	78,33
2	76,04	15,76	76,31
3	76,06	15,59	76,34
Média	76,704	15,720	76,996
Desvio Padrão	0,926	0,075	0,947

Assim como nos resultados citados anteriormente, o substrato de lã tinto com o extrato de urucum juntamente com a inserção de β-ciclodextrina apresentam maior luminosidade e maior saturação, após exposição à luz. Com a utilização do espectrofotômetro, se pode apontar que este processo apresenta força do corante e intensidade de 214,30%, sendo um valor que distingue as duas amostras principalmente no matiz, ou seja, a β-CD preservou o tom do tingimento, enquanto que o artigo sem a ciclodextrina mudou esta característica. Com a Figura 4 (b) se pode verificar a grande diferença na intensidade colorística (K/S), mostrando que após a exposição à luz se tem substratos com cores distintas. Os valores da intensidade colorística das amostras estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5. Intensidade Colorística (K/S) das amostras antes e depois da fotodegradação.

Amostras	Intensidade Colorística (K/S)	
Sem fotodegradação	Lã sem β-CD	4,16
	Lã com β-CD	4,72
Com fotodegradação	Lã sem β-CD	1,86
	Lã com β-CD	3,40





A Tabela 5 evidencia os efeitos da inserção de β -CD no artigo de lã, promovendo maior intensidade colorística. Além disso, pode-se observar que o substrato que teve a inserção da β -CD, apresentou queda de intensidade colorística após exposição à luz de 27,97 %, enquanto o artigo que não teve a inserção deste produto apresentou redução de 55,28 % no valor do K/S, comprovando a eficiência da complexação na redução dos efeitos da fotodegradação. A bixina, componente responsável pela coloração nas sementes do urucum, foi complexada pela β -CD, fato este que promove proteção contra a degradação.



5. CONCLUSÃO

O extrato de urucum mostrou ser eficiente no tingimento de tecidos de lã, apresentando coloração amarelada. A lã apresentou afinidade com o extrato, fazendo com que ele seja facilmente tinto pelo corante extraído.

A realização do teste de exposição à luz comprova que a fotodegradação é um dos principais problemas para a utilização de corantes naturais nos processos de tingimento. A inserção de β -Ciclodextrina mostrou ser um auxiliar eficiente contra a sensibilidade à luz, promovendo a manutenção da intensidade colorística do artigo tinto. Além disso, o tingimento apresentou maior igualização, atribuindo melhor distribuição do extrato de urucum sobre a superfície do tecido de lã.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICOS E COLORISTAS TÊXTEIS

PARA A SUA EMPRESA

A revista **QUÍMICA TÊXTIL** é distribuída para mais de **3.000** empresas, as quais são direcionadas ao setor técnico, é o veículo mais objetivo para divulgar seus produtos diretamente a seus usuários.

CONHECIMENTO

- Grande quantidade de **ARTIGOS TÉCNICOS** disponíveis para download no site da ABQCT.
- A ABQCT proporciona **PALESTRAS** técnicas de interesse da classe. Essas palestras são gratuitas ou subsidiadas aos associados.
- A ABQCT promove **CURSOS** presenciais e e-learning, com subsídios para os seus associados.



Torne-se membro da Associação Brasileira de Químicos e Coloristas Têxteis (ABQCT) e obtenha acesso ao nosso conteúdo exclusivo:

- Revista Química Têxtil trimestralmente em sua versão impressa
- Todas as edições disponíveis para download no site da ABQCT.

ASSOCIE-SE JÁ



Associe-se e só pagar a **ANUIDADE** de R\$ 100,00 em 2015.

Não perca tempo. Faça agora mesmo pelo nosso site: www.abqct.com.br